

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2003年12月31日 (31.12.2003)

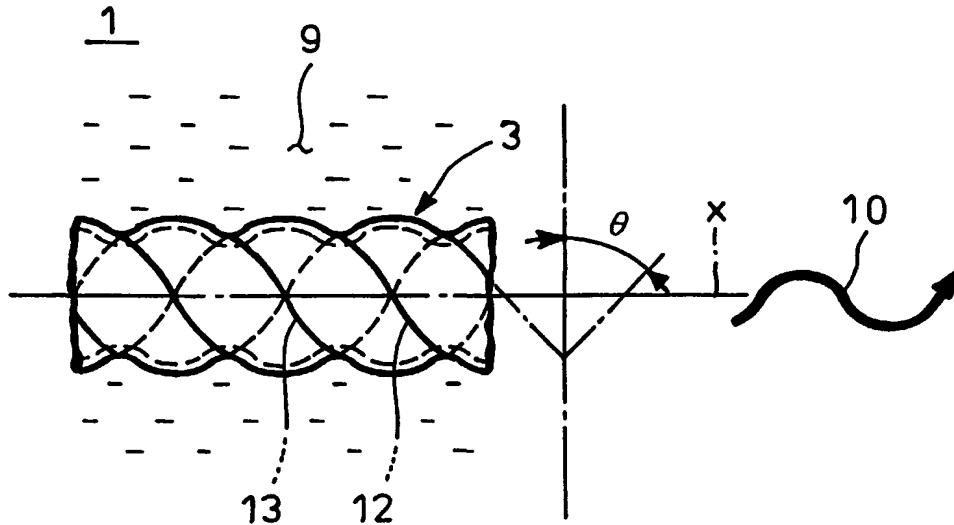
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/001314 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: F28D 7/16, F02M 25/07
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/006400
- (22) 国際出願日: 2003年5月22日 (22.05.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2002-181757 2002年6月21日 (21.06.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日野自動車株式会社 (HINO MOTORS, LTD.) [JP/JP]; 〒191-8660 東京都日野市日野台3丁目1番地1 Tokyo (JP). 三共ラヂエーター株式会社 (SANKYO RADIATOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒192-0045 東京都八王子市大和田町6丁目3番28号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山下 洋二 (YAMASHITA, Yoji) [JP/JP]; 〒192-0045 東京都八王子市大和田町6丁目3番28号 三共ラヂエーター株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 山田 恒光, 外 (YAMADA, Tsunemitsu et al.); 〒101-0047 東京都千代田区内神田三丁目5番3号 矢萩第二ビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): CN, KR, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: EGR COOLER

(54) 発明の名称: EGRクーラ



(57) Abstract: An EGR cooler having tubes (3) and a shell (1) surrounding the tubes (3), wherein cooling water (9) is supplied to and discharged from the interior of the shell (1) and exhaust gases (10) from a diesel engine are introduced into the tubes (3) to effect heat exchange between the exhaust gases (10) and the cooling water (9). In the EGR cooler, the inner peripheral surface of each tube (3) is formed with spiral projections (12, 13) having an inclination angle ( $\theta$ ) of 26°- 50° with respect to a plane orthogonal to the axis (x) of the tube (3).

[続葉有]



---

(57) 要約: チューブ(3)と、該チューブ(3)を包囲するシェル(1)とを備え、該シェル(1)の内部に冷却水(9)を給排し且つ前記チューブ(3)内にディーゼルエンジンから排気ガス(10)を導いて該排気ガス(10)と前記冷却水(9)とを熱交換するようにしたEGRクーラに関し、前記チューブ(3)の内周面に、該チューブ(3)の軸心線(x)と直交する面に対し $26^{\circ}\sim 50^{\circ}$ の傾斜角( $\theta$ )を有するスパイラル状突起(12)(13)を形成する。

## 明 細 書

## EGRクーラ

## 技術分野

本発明は、ディーゼルエンジンの排気ガスを再循環して窒素酸化物の発生を低減させるEGR装置に付属されて再循環用排気ガスを冷却するEGRクーラに関するものである。

## 背景技術

従来より自動車等のエンジンの排気ガスの一部をエンジンに再循環して窒素酸化物の発生を低減させるEGR装置が知られているが、このようなEGR装置では、エンジンに再循環する排気ガスを冷却すると、該排気ガスの温度が下がり且つその容積が小さくなることによって、エンジンの出力を余り低下させずに燃焼温度を低下して効果的に窒素酸化物の発生を低減させることができる為、エンジンに排気ガスを再循環するラインの途中に、排気ガスを冷却するEGRクーラを装備したものである。

第1図は前記EGRクーラの一例を示す断面図であって、図中1は円筒状に形成されたシェルを示し、該シェル1の軸心方向両端には、シェル1の端面を閉塞するようプレート2, 2が固着されていて、該各プレート2, 2には、多数のチューブ3の両端が貫通状態で固着されており、これら多数のチューブ3はシェル1の内部を軸心方向に延びている。

そして、シェル1の一方の端部近傍には、外部から冷却水入口管4が取り付けられ、シェル1の他方の端部近傍には、外部から冷却水出口管5が取り付けられており、冷却水9が冷却水入口管4からシェル1の内部に供

給されてチューブ 3 の外側を流れ、冷却水出口管 5 からシェル 1 の外部に排出されるようになっている。

更に、各プレート 2, 2 の反シェル 1 側には、椀状に形成されたボンネット 6, 6 が前記各プレート 2, 2 の端面を被包するように固着され、一方のボンネット 6 の中央には排気ガス入口 7 が、他方のボンネット 6 の中央には排気ガス出口 8 が夫々設けられており、エンジンの排気ガス 10 が排気ガス入口 7 から一方のボンネット 6 の内部に入り、多数のチューブ 3 を通る間に該チューブ 3 の外側を流れる冷却水 9 との熱交換により冷却された後に、他方のボンネット 6 の内部に排出されて排気ガス出口 8 からエンジンに再循環するようになっている。

尚、図中 11 は冷却水入口管 4 に対しシェル 1 の直径方向に対峙する位置に設けたバイパス出口管を示し、該バイパス出口管 11 から冷却水 9 の一部を抜き出すことにより、冷却水入口管 4 に対峙する箇所に冷却水 9 の澱みが生じないようにしてある。

斯かる従来の EGR クーラにおいては、排気ガス 10 がチューブ 3 内をストレートに流れ、チューブ 3 の内周面に対して排気ガス 10 が十分に接触しないために熱交換効率があまり良くなかったため、チューブ 3 の内周面にスパイラル状突起を形成してチューブ 3 内を流れる排気ガス 10 を旋回流とし、これにより排気ガス 10 のチューブ 3 の内周面に対する接触頻度や接触距離を増加させて EGR クーラの熱交換効率を向上することが既に提案されている。

しかしながら、従来においては、チューブ 3 の内周面にスパイラル状突起を形成するにあたり、初期性能値ばかりに着目してスパイラル状突起の傾斜角（チューブ 3 の軸心線と直交する面に対する傾斜角）を極力小さくするような設計思想が採用されていたため、煤分の多く含まれた排気ガス

10を排出するディーゼルエンジンに適用した場合には、スパイラル状突起の傾斜角が小さいが故に排気ガス10の流れが悪くなってチューブ3内に経時的に煤分が堆積し、これにより熱交換効率が大幅に低下してしまうことが本発明者による実験結果から判明した。

本発明は上述の実情に鑑みて成されたもので、ディーゼルエンジンに対し大幅な性能低下を招くことなく良好に適用し得るEGRクーラを提供することを目的としている。

#### 発明の開示

本発明は、チューブと、該チューブを包囲するシェルとを備え、該シェルの内部に冷却水を給排し且つ前記チューブ内にディーゼルエンジンから排気ガスを導いて該排気ガスと前記冷却水とを熱交換するようにしたEGRクーラであって、前記チューブの内周面に、該チューブの軸心線と直交する面に対し $26^{\circ} \sim 50^{\circ}$ の傾斜角を有するスパイラル状突起を形成したことを特徴とするものである。

而して、このようにスパイラル状突起の傾斜角を $26^{\circ} \sim 50^{\circ}$ に決めれば、この傾斜角を $26^{\circ}$ より小さくした場合の初期性能値より熱交換効率が若干悪くなるが、排気ガス側の圧力損失が低く維持されることにより排気ガスが流れ易くなり、これによりチューブの内周面に煤が堆積し難くなって、最終的な劣化後の性能値では熱交換効率が優るものとなり、これ以降の長期的な使用を考慮した場合に、良好な熱交換効率を維持できる期間が長くとれることになる。

事実、本発明者による実験によれば、スパイラル状突起の傾斜角を $26^{\circ}$ より小さくした場合に、圧力損失の増加によりチューブ内に煤分が堆積し易くなって大幅な性能低下を招いてしまうことが確認されており、また、

スパイラル状突起の傾斜角の $26^{\circ} \sim 50^{\circ}$ の範囲で最終的な劣化後の性能値がほぼ横這いに推移することが判明している。

他方、この傾斜角を $50^{\circ}$ より大きくしても、僅かな角度の増加により交換熱量が大幅に低減する傾向が強まるばかりで、排気ガス側の圧力損失の低減には殆ど寄与しないことが判明しており、しかも、排気ガスに与えられる旋回力が不足することにより排気ガス中の煤が旋回中心に集まる作用も著しく損なわれて、チューブの内周面に却って煤が堆積し易くなる傾向が生じる虞れもある。

更に、本発明においては、チューブの内周面に、互いに周方向に位相をずらして並走するように複数条のスパイラル状突起を形成することが好ましく、このようにすれば、スパイラル状突起の傾斜角を $26^{\circ}$ より大きくしながらも、スパイラル状突起の軸心方向のピッチをつめることが可能であり、圧力損失を高めずに排気ガスの旋回力を大きくすることが可能となる。

また、スパイラル状突起の傾斜角を $26^{\circ} \sim 50^{\circ}$ に決めるに際し、スパイラル状突起の山高さは、チューブの内周面に対しチューブの内径寸法の $5 \sim 15\%$ とすることが好ましい。

#### 図面の簡単な説明

第1図は従来のEGRクーラの一例を示す断面図、第2図は本発明を実施する形態の一例を示す側面図、第3図は第2図のスパイラル状突起の山高さについて説明するための概略断面図、第4図は熱交換効率とスパイラル状突起の傾斜角との関係を示すグラフ、第5図はスパイラル状突起が一条である場合のピッチに関する説明図、第6図はスパイラル状突起が二条である場合のピッチに関する説明図である。

### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施例を図示に基づいて説明する。

第2図は本発明の一実施例を示すもので、第1図と同一部分については同一符号を付してある。

第2図に示す如く、本実施例においては、先に第1図で説明したEGRクーラと略同様に構成したEGRクーラに関し、排気ガス10が流通するチューブ3の内周面に、該チューブ3の軸心線xと直交する面に対し $26^{\circ} \sim 50^{\circ}$ の傾斜角 $\theta$ を有する複数条のスパイラル状突起12, 13を形成しており、ここに図示している例では、二条のスパイラル状突起12, 13を互いに周方向に位相を $180^{\circ}$ ずらして並走するようにしてある。

ここで、肉厚の薄いチューブ3においては、スパイラル状突起12, 13を形成するにあたり、チューブ3を外から螺旋状に凹ませる押圧加工を螺旋凸条を有するロール等で施せば、外から押圧した箇所がチューブ3の内周面にスパイラル状突起12, 13として形成されることになる。

ただし、肉厚の厚いチューブ3においては、スパイラル状突起12, 13を形成するにあたり、スパイラル状突起12, 13を残すようにチューブ3の内周面を切削加工しても良い。

また、第3図に示す如く、スパイラル状突起12, 13の傾斜角 $\theta$ を $26^{\circ} \sim 50^{\circ}$ に決めるに際し、スパイラル状突起12, 13の山高さhは、チューブ3の内周面に対しチューブ3の内径寸法dの5～15%とすることが好ましい。

なぜなら、15%を超えてスパイラル状突起12, 13の山高さhを大きくすれば、無意味な圧力損失の増加を招いてしまうことになり、また、5%より小さくすれば、スパイラル状突起12, 13による旋回力の付与

が少なくなりすぎてスパイラル状突起 12, 13 を形成する意味が失われてしまうからである。

而して、このようにスパイラル状突起 12, 13 の傾斜角  $\theta$  を  $26^\circ \sim 50^\circ$  に決めれば、この傾斜角  $\theta$  を  $26^\circ$  より小さくした場合の初期性能値より熱交換効率が若干悪くなるが、排気ガス 10 側の圧力損失が低く維持されることにより排気ガス 10 が流れ易くなり、これによりチューブ 3 の内周面に煤が堆積し難くなって、最終的な劣化後の性能値では熱交換効率が優るものとなり、これ以降の長期的な使用を考慮した場合に、良好な熱交換効率を維持できる期間が長くとれることになる。

事実、本発明者による実験によれば、例えば第 4 図にグラフ（熱交換効率と傾斜角の関係を示したもの）で示す如き実験結果が得られており、このグラフから明らかであるように、スパイラル状突起 12, 13 の傾斜角  $\theta$  を  $26^\circ$  より小さくした場合に、圧力損失の増加によりチューブ 3 内に煤分が堆積し易くなって大幅な性能低下（熱交換効率の低下）を招いてしまうことが確認されており、また、スパイラル状突起 12, 13 の傾斜角  $\theta$  の  $26^\circ \sim 50^\circ$  の範囲で最終的な劣化後の性能値がほぼ横這いに推移することが判明している。尚、この第 4 図のグラフでは、スパイラル状突起 12, 13 の山高さを変えた二つの例に関する初期性能値と最終的な劣化後の性能値との違いを示している。

ここで、最終的な劣化後の性能値について説明すると、EGR クーラの使用開始からの時間経過と共にチューブ 3 内の煤の堆積が進行し、これにより熱交換効率が低下し且つ排気ガス 10 側の圧力損失が上昇するが、やがて煤の堆積がそれ以上増えなくなって熱交換効率と圧力損失が安定する状態（サチレート）となるので、この時の性能値を最終的な劣化後の性能値としている。



以上に述べた如き各種の実験結果に基づき、エンジンルーム内への搭載性を考慮した適切な寸法形状のEGRクーラについて検討すると、スパイラル状突起12, 13の傾斜角 $\theta$ を $26^{\circ} \sim 50^{\circ}$ の範囲に特定することが最も効果的な最適条件として決まるのである。

尚、スパイラル状突起12, 13の傾斜角 $\theta$ を $26^{\circ} \sim 50^{\circ}$ とするにあたり、第5図に模式的に示す如く、もし仮に一条だけのスパイラル状突起12であったならば、スパイラル状突起12の軸心方向のピッチPが大きくなってしまいうことが避けられないが、第6図に模式的に示す如く、二条のスパイラル状突起12, 13とすれば、スパイラル状突起12, 13の傾斜角 $\theta$ を $26^{\circ}$ より大きくしながらも、スパイラル状突起12, 13の軸心方向のピッチPをつめることが可能であり、圧力損失を高めずに排気ガス10の旋回力を大きくすることが可能となる。

従って、本実施例によれば、チューブ3内を流れる排気ガス10を旋回流として熱交換効率を向上するに際し、スパイラル状突起12, 13の傾斜角 $\theta$ を $26^{\circ} \sim 50^{\circ}$ に決めたことによって、チューブ3の内周面における煤の堆積を抑制することができ、初期性能値ばかりに着目した従来の設計思想のものより最終的な劣化後の性能値を高く維持することができ、煤分の多く含まれた排気ガス10を排出するディーゼルエンジンに対し大幅な性能低下を招くことなく良好に適用し得るEGRクーラを提供することができる。

また、特に本実施例においては、チューブ3の内周面に、互いに周方向に位相をずらして並走するように二条のスパイラル状突起12, 13を形成しているので、スパイラル状突起12, 13の傾斜角 $\theta$ を $26^{\circ}$ より大きくしながらも、スパイラル状突起12, 13の軸心方向のピッチPをつめることができ、圧力損失を高めずに排気ガス10の旋回力を大きくする

ことができる。

#### 産業上の利用可能性

以上に述べた如く、本発明のEGRクーラによれば、次の如き優れた効果を発揮する。

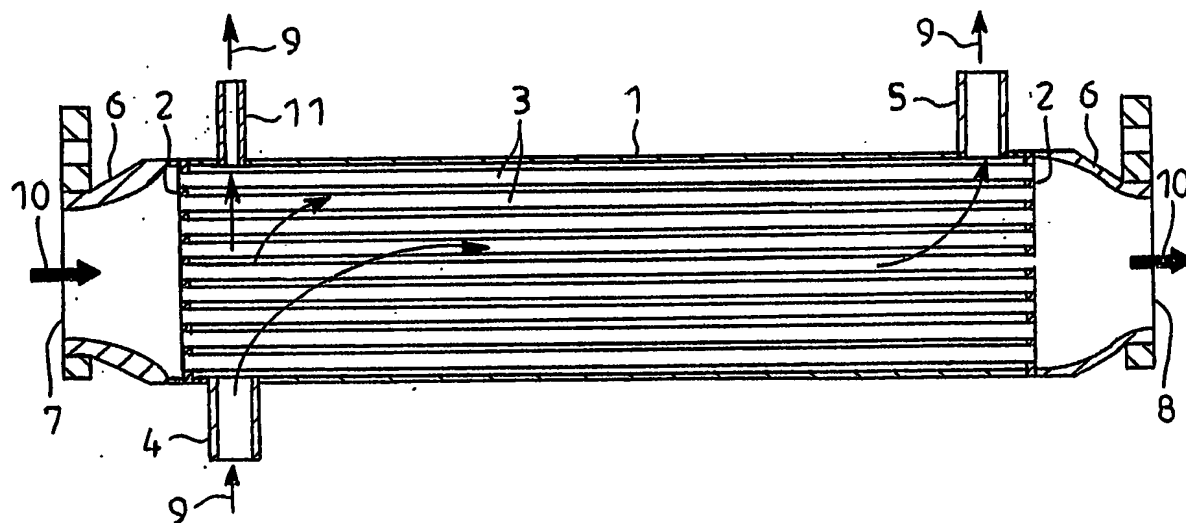
(I) チューブ内を流れる排気ガスを旋回流として熱交換効率を向上するに際し、スパイラル状突起の傾斜角を $26^{\circ} \sim 50^{\circ}$ に決めたことによつて、チューブの内周面における煤の堆積を抑制することができ、初期性能値ばかりに着目した従来の設計思想のものより最終的な劣化後の性能値を高く維持することができ、煤分の多く含まれた排気ガスを排出するディーゼルエンジンに対し大幅な性能低下を招くことなく良好に適用し得るEGRクーラを提供することができる。

(II) チューブの内周面に、互いに周方向に位相をずらして並走するように複数条のスパイラル状突起を形成した構成を採用すれば、スパイラル状突起の傾斜角を $26^{\circ}$ より大きくしながらも、スパイラル状突起の軸心方向のピッチをつめることができ、圧力損失を高めずに排気ガスの旋回力を大きくすることができる。

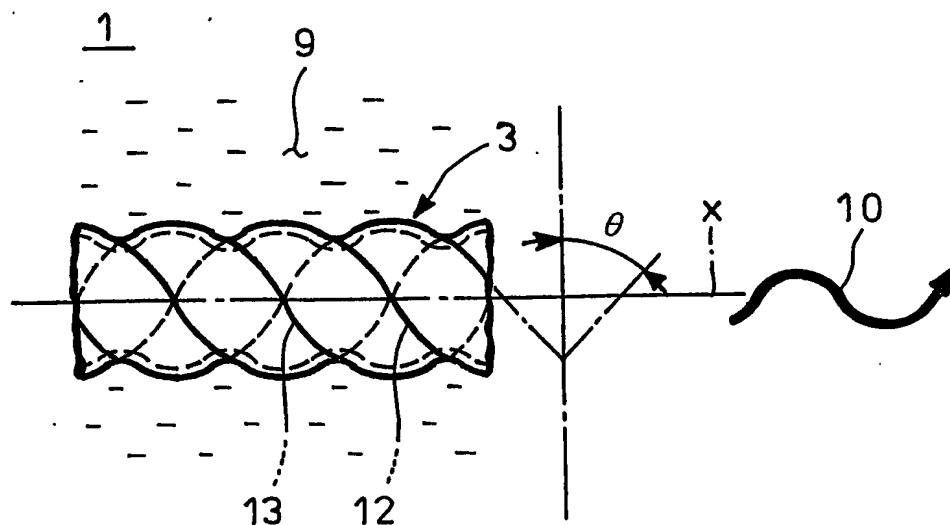
## 請 求 の 範 囲

1. チューブと、該チューブを包囲するシェルとを備え、該シェルの内部に冷却水を給排し且つ前記チューブ内にディーゼルエンジンから排気ガスを導いて該排気ガスと前記冷却水とを熱交換するようにしたEGRクーラであって、前記チューブの内周面に、該チューブの軸心線と直交する面に対し $26^{\circ} \sim 50^{\circ}$ の傾斜角を有するスパイラル状突起を形成したことを特徴とするEGRクーラ。
2. チューブの内周面に、互いに周方向に位相をずらして並走するように複数条のスパイラル状突起を形成したことを特徴とする請求の範囲第1項に記載のEGRクーラ。
3. チューブの内周面に対しスパイラル状突起の山高さをチューブの内径寸法の $5 \sim 15\%$ としたことを特徴とする請求の範囲第1項に記載のEGRクーラ。
4. チューブの内周面に対しスパイラル状突起の山高さをチューブの内径寸法の $5 \sim 15\%$ としたことを特徴とする請求の範囲第2項に記載のEGRクーラ。

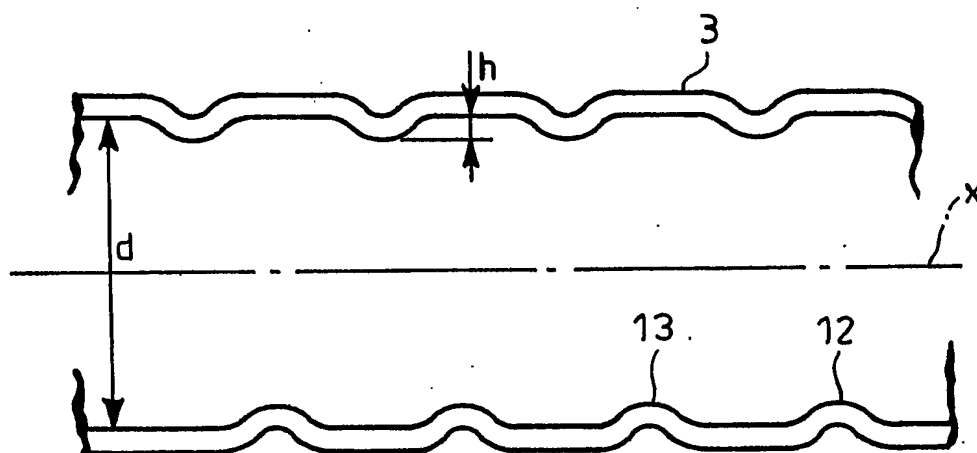
第 1 図



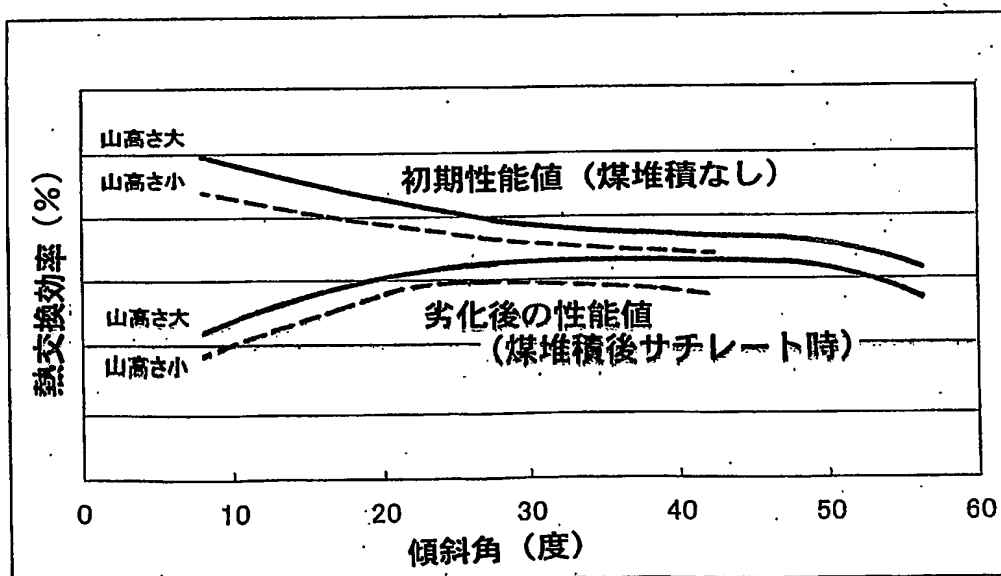
第 2 図



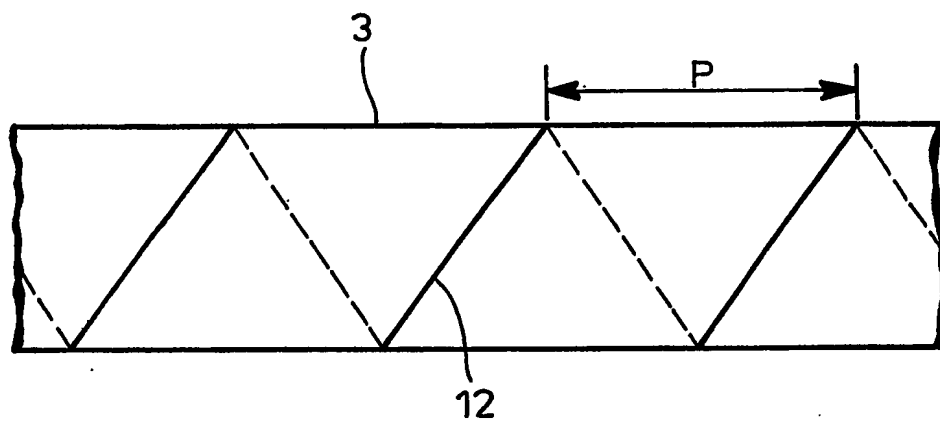
第 3 図



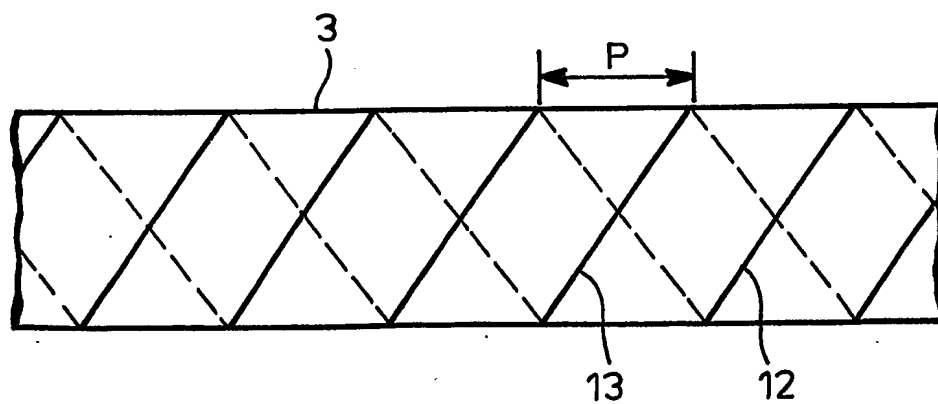
第 4 図



第 5 図



第 6 図



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/06400

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> F28D7/16, F02M25/07

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> F28D7/16, F02M25/07

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

ECLA, F28F1/40/EC

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-254649 A (Hino Motors, Ltd.), 21 September, 2001 (21.09.01), All pages (Family: none)	1-4
Y	JP 2001-304047 A (Usui Kokusai Sangyo Kaisha, Ltd.), 31 October, 2001 (31.10.01), All pages (Family: none)	1-4
Y	US 5655599 A (GAS RESEARCH Institute), 21 June, 1995 (21.06.95), All pages (Family: none)	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
21 August, 2003 (21.08.03)

Date of mailing of the international search report  
02 September, 2003 (02.09.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> F28D 7/16, F02M25/07

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> F28D 7/16, F02M25/07

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)  
 ECLA, F28F 1/40/EC

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-254649 A (日野自動車株式会社) 2001.09.21, 全頁 (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 2001-304047 A (臼井国際産業株式会社) 2001.10.31, 全頁 (ファミリーなし)	1-4
Y	US 5655599 A (GAS RESEARCH Institute) 1995.06.21, 全頁 (ファミリーなし)	1-4

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21.08.03

国際調査報告の発送日

02.09.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

長崎 洋一

3M

8610

電話番号 03-3581-1101 内線 3377